

Научная статья
УДК 617.7-007.681
doi: 10.25276/0235-4160-2023-4-54-61

Микроимпульсная циклофотокоагуляция в комбинированном лечении неоваскулярной глаукомы

И.В. Ширяев, С.В. Сосновский, М.М. Правосудова, И.Е. Панова

НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России,
Санкт-Петербургский филиал, Санкт-Петербург

РЕФЕРАТ

Цель. Изучить эффективность микроимпульсной циклофотокоагуляции (мЦФК) в комбинированном лечении пациентов со вторичной рефрактерной неоваскулярной глаукомой (НВГ), имеющих предметное зрение. **Материал и методы.** Обследовано 30 пациентов (30 глаз) с НВГ в стадии частичной и полной блокады угла передней камеры с декомпенсированным, стойким к медикаментозной терапии внутриглазным давлением (ВГД), имеющих предметное зрение. Сформировано две исследуемые группы по 15 глаз в каждой. Первая – основная группа, представлена пациентами, которым проводилась мЦФК (аппарат Cyclo G6 Glaucoma Laser System фирмы IRIDEX) как этап комбинированного лечения перед имплантацией клапана Ахмеда (ИКА); вторая – контрольная группа, включала лиц, которым первично выполнялся данный вид дренажной хирургии без предварительного микроимпульсного лазерного воздействия. Срок наблюдения составил 18 месяцев. **Результаты.** Выполнение мЦФК в основной группе привело к достоверному снижению показателей ВГД в 1-е сутки после лечения с $27,5 \pm 6,1$ до $23,6 \pm 4,6$ мм рт.ст., с максимальным достижением нормальных значений на 3-и сутки наблюдения, которые составили в среднем $20,3 \pm 4,4$ мм рт.ст. ($p < 0,05$). К кон-

цу 1-го месяца зафиксирован рост средних значений ВГД до субкомпенсированных показателей – $24,4 \pm 6,3$ мм рт.ст. После имплантации клапанного дренажа к концу 1-го месяца наблюдения в основной группе ВГД составило 19 ($16,5$; $2,20$) мм рт.ст., а в контрольной группе – $24,5$ ($20,5$; $25,8$) мм рт.ст. ($p < 0,05$). Через 18 месяцев послеоперационного периода уровень офтальмотонуса в основной группе равен $15,5$ ($15,0$; $18,2$), а в контрольной группе – $16,5$ ($15,0$; $19,5$) мм рт.ст. ($p > 0,05$). Установлено значимое снижение количества гипотензивных препаратов в основной группе: 1 (0; 2) против 2 (1; 3) в контрольной группе ($p = 0,03$). В обеих группах значимого ухудшения зрительных функций в течение всего срока наблюдения не зафиксировано. **Заключение.** мЦФК может рассматриваться в качестве предварительного этапа комбинированного лечения неоваскулярной рефрактерной глаукомы, так как снижает риск предоперационной офтальмогипертензии перед клапанной хирургией, приводит к значимому уменьшению количества гипотензивных препаратов в отдаленном послеоперационном периоде, тем самым позволяет повысить эффективность лечения пациентов с неоваскулярной рефрактерной глаукомой, имеющих предметное зрение.

Ключевые слова: микроимпульсная циклофотокоагуляция, неоваскулярная глаукома, клапан Ахмеда ■

Для цитирования: Ширяев И.В., Сосновский С.В., Правосудова М.М., Панова И.Е. Микроимпульсная циклофотокоагуляция в комбинированном лечении неоваскулярной глаукомы. Офтальмохирургия. 2023;4: 54–61.
doi: 10.25276/0235-4160-2023-4-54-61

Автор, ответственный за переписку: Игорь Валерьевич Ширяев, garry83dm@gmail.com.

ABSTRACT

Original article

Micropulse cyclophotocoagulation in combined treatments of neovascular glaucoma

I.V. Shiryayev, S.V. Sosnovskii, M.M. Pravosudova, I.E. Panova

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, St. Petersburg Branch, St. Petersburg, Russian Federation

Purpose. To evaluate the efficiency of micropulse cyclophotocoagulation (MP-CPC) in the combined treatment of patients with secondary refractory neovascular glaucoma with object vision. **Material and methods.** The study involved 30 patients (30 eyes) with neovascular glaucoma (NVG) in the stage of partial or complete

blockade of the iridocorneal angle with decompensated intraocular pressure (IOP) resistant to drug therapy, who had object vision. Two study groups were formed, 15 eyes each. The first main group is represented by patients whom performed MP-CPC (Cyclo G6 Glaucoma Laser System by IRIDEX), as a stage of combined treatment before implantation of Ahmed

glaucoma valve (IAGV). The second control group included patients who initially were treated by this type of drainage surgery without preliminary micropulse laser exposure. The follow-up period was 18 months. **Results.** The implementation of MP-CPC in the main group led to a significant decrease in IOP on the 1st day after treatment from 27.5 ± 6.1 to 23.6 ± 4.6 mm Hg, with the maximum attainment of normal values on the 3rd day of observation, which averaged 20.3 ± 4.4 mm Hg. ($p < 0.05$). By the end of the 1st month, an increase in mean IOP values to subcompensated values was recorded – 24.4 ± 6.3 mm Hg. After valve drainage implantation, by the end of the 1st month of observation, IOP in the main group was 19 (16.5; 22.0) mm Hg, and in the control group it was 24.5 (20.5; 25.8) mm Hg. ($p < 0.05$). After 18 months of the postoperative period, the level of ophthalmotonus in the main group is 15.5 (15.0; 18.2), and in the

control group – 16.5 (15.0; 19.5) mm Hg. ($p > 0.05$). A significant decrease in the amounts of hypotensive drugs in the main group was revealed: 1 (0; 2) versus 2 (1; 3) in the control group ($p = 0.03$). In both groups, there was no significant deterioration in visual functions during the entire observation period. **Conclusions.** MP-CPC can be considered as a preliminary stage in the combined treatment of neovascular refractory glaucoma, as it reduces the risk of preoperative ophthalmohypertension before valve surgery, leads to a significant decrease in the amounts of hypotensive drugs in the late postoperative period, thereby improving the effectiveness treatment of patients with neovascular refractory glaucoma who have object vision.

Key words: micropulse cyclophotocoagulation, neovascular glaucoma, valve's Ahmed ■

For citing: Shiryayev I.V., Sosnovskii S.V., Pravosudova M.M., Panova I.E. Micropulse cyclophotocoagulation in combined treatments of neovascular glaucoma. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2023;4: 54–61. doi: 10.25276/0235-4160-2023-4-54-61

Corresponding author: Igor V. Shiryayev, garry83dm@gmail.com

АКТУАЛЬНОСТЬ

Неоваскулярная глаукома (НВГ) относится к осложнениям тяжелой пролиферативной диабетической ретинопатии или ишемической окклюзии центральной вены сетчатки или ее ветвей [1]. Данное заболевание носит торпидный характер течения, отличается высоким, устойчивым к медикаментозной терапии и стандартным хирургическим методам уровнем внутриглазного давления (ВГД) и прогрессирующей потерей зрительных функций [2]. Согласно шкале Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS), перечисленные особенности такой формы глаукомы подчеркивают не столько социальную значимость проблемы, сколько актуализируют поиск и алгоритм проведения терапевтических и хирургических методов лечения [3, 4].

Наиболее радикальным способом снижения ВГД при НВГ с частичной и полной блокадой угла передней камеры (УПК) является имплантация клапана Ахмеда (ИКА) с доказанной эффективностью по сравнению с трубчатыми дренажами, которая объясняется его структурными особенностями, обеспечивающими контролируемый отток внутриглазной жидкости из передней камеры глаза [5, 6]. Однако, учитывая особенности патогенеза НВГ [7], существует риск развития послеоперационных геморрагических осложнений и резкого гипотонического синдрома, частоту которых возможно снизить путем поэтапного проведения терапевтических и лазерных процедур [8]. Микроимпульсная циклофотокоагуляция (мЦФК), по нашему мнению, может рассматриваться как актуальное решение, обеспечивающее повышение безопасности проведения хирургического лечения и уменьшение количества перечисленных осложнений, так как является малотравматичной неинвазивной технологией [9–10]. Основной гипотензивный механизм данной операции заключа-

ется в избирательном поглощении лазерной энергии меланинсодержащим ресничным эпителием цилиарного тела без чрезмерного термического воздействия на структуры, ответственные за выработку внутриглазной жидкости [11].

Достаточно широко освещенные в литературе результаты гипотензивной эффективности и безопасности мЦФК в лечении терминальной и далеко зашедшей первичной открытоугольной глаукомы [12–14] позволяют рассмотреть возможности использования данной технологии в лечении НВГ.

ЦЕЛЬ

Изучить эффективность мЦФК в комбинированном лечении пациентов со вторичной рефрактерной НВГ в стадии частичной или полной блокады УПК, имеющих предметное зрение.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Настоящее исследование выполнено на базе Санкт-Петербургского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России в период с 2021 по 2022 г. Все пациенты подписывали информированное согласие на диагностическое обследование и хирургическое вмешательство. Работа выполнена согласно требованиям Хельсинкской декларации (в редакции 2003 г.).

В исследование включено 30 пациентов (30 глаз) с неоваскулярной декомпенсированной глаукомой на максимальной гипотензивной терапии в стадии частичной или полной блокады УПК, которым перед операцией проводилось стандартное комплексное офтальмологическое обследование, включающее в себя оценку мор-

Таблица

Сравнительная характеристика исследуемых групп до лечения

Table

Comparative characteristic of the studied groups before treatment

Параметры Parameters	Наличие мЦФК как этап комбинированного лечения Patients with MP-CPC	Отсутствие мЦФК как этапа комбинированного лечения Patients without MP-CPC
Возраст, лет, Me (IQR) Age, years, Me (IQR)	60,5 (18,1)	57,5 (31)
Распределение по полу, % Sex distribution, %	М – 65% Ж – 35%	М – 50% Ж – 50%
ВГД до лечения, мм рт.ст., Me (IQR) IOP before treatment, Hg mm, Me (IQR)	27,5 (5,8)	30 (5,5)
Количество гипотензивных препаратов, n (все группы) Number of hypotensive drops, n	3 (2)	3 (2)
МКОЗ Me (IQR) BCVA	0,09 (0,32)	0,1 (0,21)
ПЗО, мм Me (IQR) Axial, mm	23,7 (1,4)	24 (1,6)

фоструктурного состояния сетчатки (при достаточной прозрачности оптических сред). В 9/30 (30%) случаях причиной неоваскуляризации стали последствия ишемического тромбоза центральной вены сетчатки или ее ветвей, в 21/30 (70%) – тяжелая пролиферативная диабетическая ретинопатия. Все обследованные пациенты первичные, без гипотензивной хирургии в анамнезе, предварительно на протяжении 1–3 месяцев получали интравитреальные инъекции ингибиторов ангиогенеза (ИВВИА). Гипотензивная терапия включала применение трех и более препаратов всех известных групп, кроме м-холиномиметиков. Наиболее частая схема у 80% пациентов включала в себя комбинацию β-блокатора с ингибитором карбоангидразы и α2-адреномиметик. Среднее количество инстилляций составило не менее 6–9 капель в сутки. Панретинальная лазеркоагуляция (ПРЛК) проведена у 12 пациентов (40%), задняя витректомия – у 6 (20%) больных, имеющих сахарный диабет. При объективном обследовании 25 глаз (83,3%) зафиксирована артификация, частичная и полная блокада радужно-роговичного угла – в 8 и 22 случаях (26,7%, 73,3%) соответственно, вне зависимости от этиологии заболевания.

Критерии исключения: пациенты с первичной открытоугольной глаукомой, другие формы вторичной глаукомы, наличие хирургических гипотензивных вмешательств, отсутствие предметного зрения.

Сформировано две исследуемые группы по 15 глаз в каждой. Первая – основная группа, представлена пациентами, которым проводилась мЦФК как этап комбинированного лечения перед ИКА. Вторая – контроль-

ная группа, включала лиц, которым первично выполнялась дренажная хирургия без предварительного микроимпульсного лазерного воздействия.

Общая характеристика исследуемых групп до лечения представлена в *таблице*.

Исходя из данных *таблицы* видно, что статистически значимых различий по возрасту полу, исходному ВГД, количеству инстиллируемых гипотензивных препаратов, максимальной скорректированной остроте зрения (МКОЗ), показателей биометрии не выявлено ($p > 0,05$).

Циклофотокоагуляция в микроимпульсном режиме проводилась на аппарате Cyclo G6 Glaucoma Laser System фирмы IRIDEX (США) со следующими параметрами: мощность – 2000 мВт; экспозиция – 160–180 с (80–90 с на каждую полусферу); суммарное лазерное воздействие – 100,2–112,7 Дж; рабочий цикл – 31,3%.

ИКА, модель FP7, выполнялась по стандартной технологии спустя 28–35 дней после проведения мЦФК. В послеоперационном периоде всем пациентам проводилась стандартная антибактериальная и противовоспалительная терапия.

Оцениваемые параметры. Срок наблюдения составил 18 месяцев. Клинико-инструментальный мониторинг у пациентов, которым выполнено лазерное вмешательство, проводился на сроках 1, 3, 7, 14, 30-е сутки после операции, далее, после ИКА в обеих группах – через 1, 5, 3, 6, 9, 12 и 18 месяцев. Проводилась сравнительная оценка уровня ВГД, зрительных функций до и после лечения, особенностей послеоперационного периода в ранние и поздние сроки наблюдения.

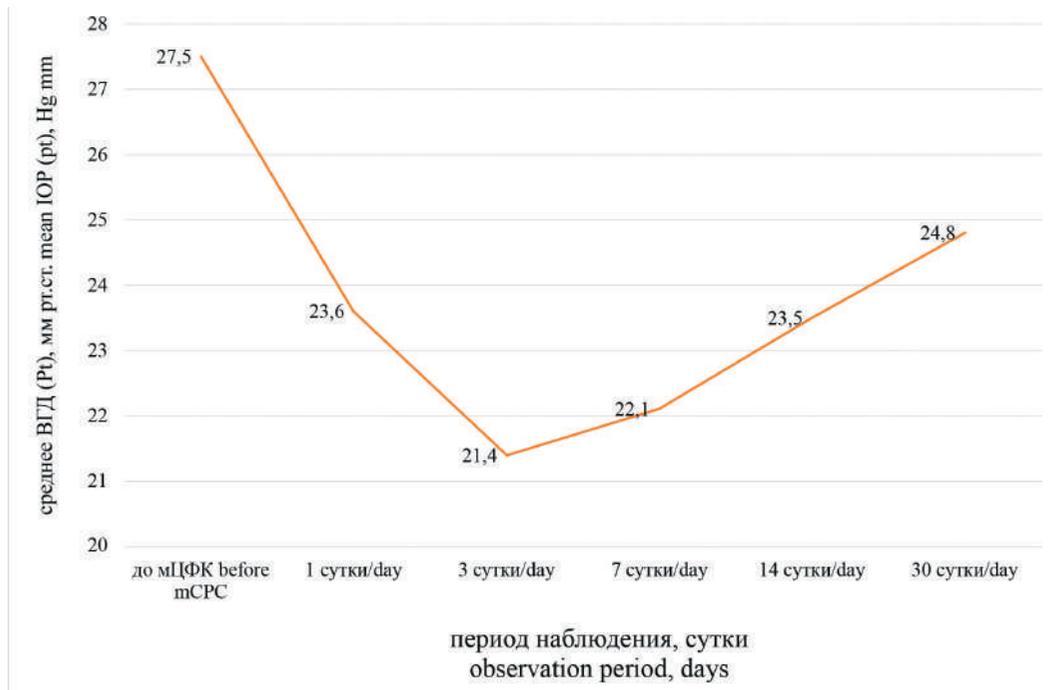


Рис. 1. Динамическая оценка средних значений ВГД после мЦФК в течение 1 месяца наблюдения

Fig. 1. Dynamic estimation of average IOP values after mCPhC during 1 month of follow-up

Статистическая обработка данных. Качественные признаки представлены в виде абсолютных (n) и относительных (%) величин. Количественные признаки, рассматриваемые в настоящей работе, не соответствуют закону нормального распределения, поэтому описательная статистика представлена в виде Me (IQR), где Me – медиана значений; IQR – интерквартильный размах. Статистическая обработка данных проведена с использованием методов непараметрической статистики. Для сравнения двух и более независимых выборок с переменной группы или без нее применялись критерии Манна – Уитни и Краскела – Уоллиса соответственно. Оценка значимости результатов до и после лечения в определенные сроки наблюдения осуществлялась с помощью критерия Фридмана и коэффициента Кендала.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Выполнение мЦФК в основной группе привело к достоверному снижению показателей ВГД в 1-е сутки после лечения с 27,5 (5,8) до 23,6 (4,5) мм рт.ст., с максимально достигнутым гипотензивным эффектом на 3-и сутки наблюдения, уровень которого составил в 20,3 (3,4) мм рт.ст. ($p < 0,05$). К концу 1-го месяца наблюдения отмечена тенденция роста уровня офтальмотонуса до субкомпенсированных показателей – 24,4 (6,1) мм рт.ст. (рис. 1).

При оценке безопасности мЦФК у пациентов основной группы в раннем послеоперационном периоде нами не отмечено воспалительной реакции в виде симптома Тиндаля. В 4 случаях (26,7%) после мЦФК зафиксирована цилиарная болезненность, которая была полностью купирована на 5-е сутки наблюдения. Снижения МКОЗ не выявлено, гипотензивная терапия проводилась без изменения дооперационного режима.

На 28–35-и сутки у пациентов основной группы выполнена операция по установке клапана Ахмеда. Обращает на себя внимание статистически значимая разница исходных средних предоперационных показателей ВГД: 26,7 (2,3) и 31,4 (2,5) мм рт.ст. в основной и контрольной группах соответственно ($p < 0,05$). Более низкие показатели уровня офтальмотонуса у пациентов основной группы обеспечили лучшие условия для выполнения хирургического вмешательства.

Все операции прошли без осложнений. Динамическая оценка средних значений ВГД после клапанной хирургии представлена на рисунке 2.

Исходя из рисунка 2, в 1-е сутки после операции уровень офтальмотонуса был сопоставим в обеих исследуемых группах. Однако у лиц основной группы, с предварительной мЦФК, отмечен более низкий уровень ВГД: 13,8 (6,0) мм рт.ст. против 14,5 (5,5) мм рт.ст. в контрольной группе ($p > 0,05$). К концу 1-го месяца наблюдения у пациентов, которым проводилась мЦФК как этап комплексного лечения, ВГД составило 19 (5,5) мм рт.ст., а

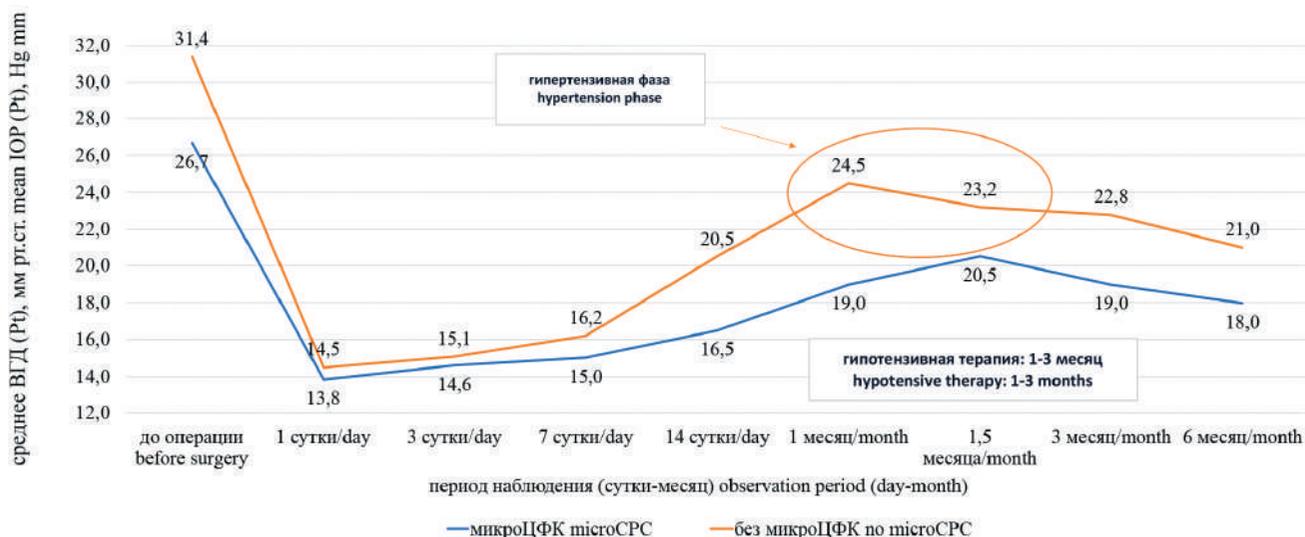


Рис. 2. Динамика ВГД после имплантации клапана Ахмеда в исследуемых группах

Fig. 2. Dynamics of IOP after implantation of the Ahmed valve in the study groups

в контрольной группе – 24,5 (5,3) мм рт.ст. ($p < 0,05$). В контрольной группе более высокие цифры ВГД обусловлены возобновившимся неоваскулярным процессом и пролиферацией тканей вокруг имплантата, что потребовало продолжения ИВВИА, сеансов ПРЛК и дополнительного назначения ингибиторов карбоангидразы. Вместе с тем вероятно предположить, что лучшие показатели ВГД у пациентов основной группы определялись отсроченным эффектом мЦФК.

Как показало проведенное исследование, через 6 месяцев у пациентов основной группы уровень ВГД составил 18 (3,3), в контрольной группе – 21 (3,2) мм рт.ст. ($p > 0,05$). В ходе последующего мониторинга выраженных флуктуаций ВГД не выявлено. Представленные графические данные (рис. 2) свидетельствуют, что через 18 месяцев послеоперационного периода уровень офтальмотонуса в основной группе равен 15,5 (3,2), а в контрольной группе – 16,5 (4,5) мм рт.ст. ($p > 0,05$). Установлено значимое снижение количества гипотензивных препаратов в основной группе по сравнению с дооперационной терапией: 1 (2) против 2 (2) в контрольной группе ($p = 0,03$). Среднее количество инстилляций в основной группе составило 2 (2), в контрольной – 3 (2). Абсолютный успех лечения к концу исследования (ВГД менее 20 мм рт.ст.) был достигнут только у пациентов с проведенной предварительной мЦФК и составил 30%. В остальных случаях, при фиксации показателей ВГД более 20 мм рт.ст., была сохранена гипотензивная терапия (1–2 препарата), назначенная в среднем через 1,5 месяца после ИКА. В обеих группах в течение всего срока наблюдения статистически значимые различия ВГД не превышали 15% (скорректированный $R^2 = 0,15$).

Оценка динамики МКОЗ в исследуемых группах представлена рисунке 3.

В ходе дальнейшего динамического наблюдения ухудшения зрительных функций после клапанной хирургии, в том числе у пациентов с предварительной мЦФК, в течение всего срока наблюдения не зафиксировано ($p > 0,05$). Через 6 месяцев отмечено значимое улучшение МКОЗ в обеих группах (в 3 раза по сравнению с исходной), что обусловлено не только нормализацией показателей ВГД, но и мониторингом состояния сетчатки и проведением при необходимости медикаментозных (ИВВИА) и лазерных процедур (ПРЛК).

ОБСУЖДЕНИЕ

Применение лазеров в лечении глаукомы неразрывно связано с отечественной офтальмологией, а именно с работами академика М.М. Краснова, который впервые в мировой практике разработал новые методы «безножевого» лечения данного заболевания с помощью предложенных им оригинальных лазерных установок, не применявшихся ранее в медицинской практике [15–17].

Бурное развитие лазерных технологий на современном этапе обусловило появление такой методики, как мЦФК [18, 19]. Дозированность лазерного воздействия, отсутствие деструктивного воздействия на структуры цилиарного тела, атравматичность, возможность комбинированного использования с различными хирургическими методами лечения глаукомы определяют особое место данного способа в клинической практике [20].

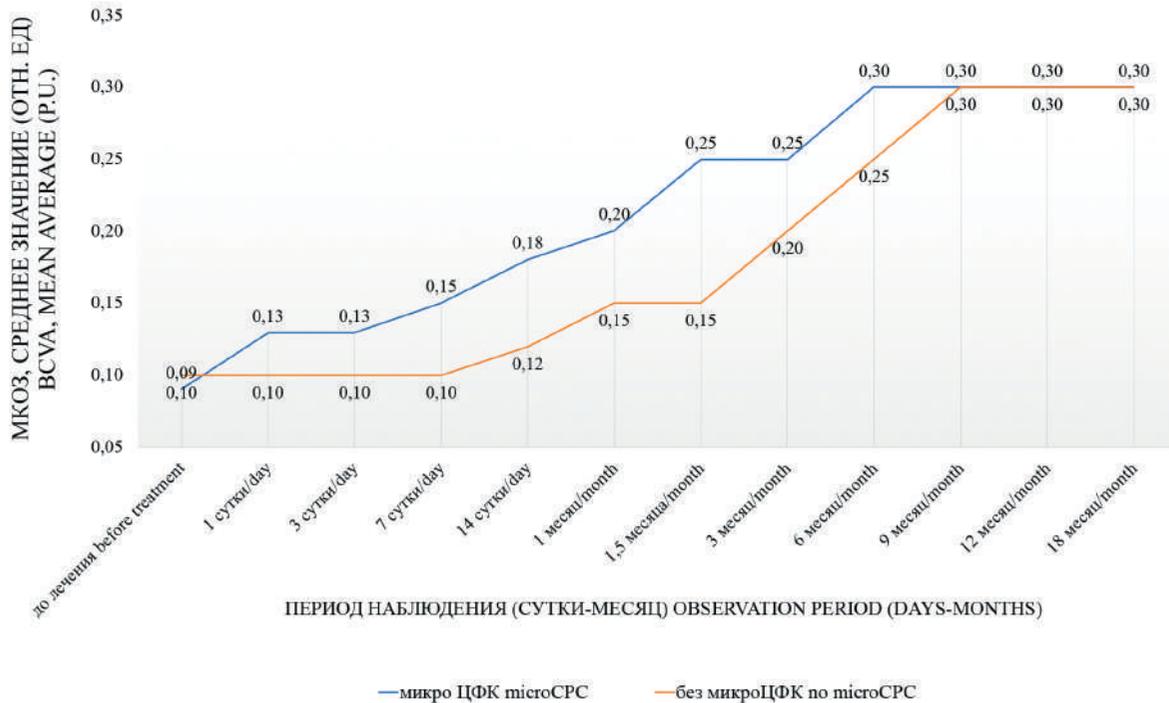


Рис. 3. Сравнительный анализ динамики МКОЗ

Fig. 3. The comparative analysis of BCVA dynamics

Механизм действия мЦФК при НВГ до конца не изучен [21, 22]. Ряд исследований указывает на снижение явления неоваскуляризации за счет избирательного воздействия на клетки пигментного эпителия цилиарного тела, что приводит к синтезу фактора роста пигментного эпителия (PEDF), обладающего нейротрофическим, нейропротективным и антиангиогенным действием [23]. В то же время другие работы показывают отсутствие статистически значимых различий в уровне PEDF до и после лазерного воздействия [24]. Мы полагаем, что гипотензивный эффект мЦФК при НВГ обусловлен прежде всего частичным снижением выработки внутриглазной жидкости вследствие рассеивания лазерной энергии, и ее коллатерального воздействия на структуры цилиарного тела, ответственных за выработку внутриглазной жидкости [25]. Склонность к повторной декомпенсации ВГД у таких пациентов скорее всего обусловлена прогрессирующей блокадой УПК, нарастающим дисбалансом между выработкой и оттоком внутриглазной жидкости и сохраняющимся патологическим ангиогенезом [26]. Однако данные мониторинга ВГД после проведения лазерного вмешательства у пациентов с НВГ, полученные в данной работе, позволяют предположить, что наиболее благоприятным периодом для проведения хирургического вмешательства по установке клапана Ахмед является более ранний интервал (от 7 до 14 суток после мЦФК), при котором показатели ВГД не превышают 22–24 мм рт.ст.

Применение ИВВИА и ПРЛК как патогенетически ориентированных методов снижения неоваскуляризации структур глаза в монорежимах может быть недостаточным, в связи с чем дополнительное проведение мЦФК позволяет значительно снизить риск геморрагических осложнений у пациентов после имплантации клапанного дренажа [27]. Безусловно, роль мЦФК и ее обоснованность в лечении рефрактерной неоваскулярной глаукомы требуют дальнейшего изучения и анализа большего количества данных. Однако доказанная в данной работе эффективность мЦФК перед ИКА в плане снижения ВГД определяет создание благоприятных условий для хирургического вмешательства у больных, зачастую имеющих отягощенный соматический анамнез. Кроме того, установленное в ходе исследования значимое снижение количества гипотензивных препаратов в отдаленном послеоперационном периоде способствует расширению показаний к использованию мЦФК у пациентов с НВГ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

мЦФК может рассматриваться в качестве предварительного этапа комбинированного лечения неоваскулярной рефрактерной глаукомы и является достаточно безопасной гипотензивной технологией, так как снижа-

ет риск предоперационной офтальмогипертензии перед клапанной хирургией. Выполнение мЦФК перед имплантацией дренажа приводит к значимому уменьшению количества гипотензивных препаратов в отдаленном послеоперационном периоде, тем самым позволяет повысить эффективность хирургического лечения пациентов с неоваскулярной рефрактерной глаукомой, имеющих предметное зрение.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Сидорова А.В., Старостина А.В., Печерская М.А., Хабазова М.Р., Арисов А.А. Исследование эффективности микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции в комбинированном лечении пациентов с вторичной неоваскулярной глаукомой. Клиническая практика. 2021;12(4): 44–50. [Sidorova AV, Starostina AV, Pecherskaia MA, Khabazova MR, Arisov AA. The study of the efficiency of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in the combined treatment of patients with secondary neovascular glaucoma. Journal of Clinical Practice. 2021;12(4): 44–50. (In Russ.)] doi: 10.17816/clinpract89576
2. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Смирнова Е.А., Елисеева М.А., Старостина А.В. Терапия неоваскулярной глаукомы. Национальный журнал Глаукома. 2020;19(2): 76–87. [Khodzhaev NS, Sidorova AV, Smirnova EA, Eliseeva MA, Starostina AV. Neovascular glaucoma treatment. National Journal glaucoma. 2020; 19(2): 76–87. (In Russ.)] doi: 10.25700/NJG.2020.02.09
3. Early photocoagulation for diabetic retinopathy. ETDRS report number 9. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Ophthalmology. 1991;98(5 Suppl): 766–785.
4. Липатов Д.В., Викулова О.К., Железнякова А.В., и др. Эпидемиология диабетической ретинопатии в Российской Федерации по данным федерального регистра пациентов с сахарным диабетом (2013–2016 гг.). Сахарный диабет. 2018;21(4): 230–240. [Lipatov DV, Vikulova OK, Zheleznyakova AV, et al. Trends in the epidemiology of diabetic retinopathy in Russian Federation according to the Federal Diabetes Register (2013–2016). Diabetes Mellitus. 2018;21(4): 230–240. (In Russ.)] doi: 10.14341/DM9797
5. Liu L, Xu Y, Huang Z, Wang X. Intravitreal ranibizumab injection combined trabeculectomy versus Ahmed valve surgery in the treatment of neovascular glaucoma: assessment of efficacy and complications. BMC Ophthalmol. 2016;16: 65. doi: 10.1186/s12886-016-0248-7
6. Sun JT, Liang HJ, An M, Wang DB. Efficacy and safety of intravitreal ranibizumab with panretinal photocoagulation followed by trabeculectomy compared with Ahmed glaucoma valve implantation in neovascular glaucoma. Int J Ophthalmol. 2017;10(3): 400–405. doi: 10.18240/IJO.2017.03.12
7. Barac IR, Pop MD, Gheorghie AI, Taban C. Neovascular secondary glaucoma, etiology and pathogenesis. Rom J Ophthalmol. 2015;59(1): 24–28
8. Фокин В.П., Балалин С.В., Ефремова Т.Г., Потапова В.Н. Интравитреальное введение лусцентиса и транссклеральная циклофотокоагуляция в лечении неоваскулярной глаукомы на фоне сахарного диабета. Acta Biomedica Scientifica. 2016;1(6): 122–124. [Fokin VP, Balalin SV, Yefremova TG, Potapova VN. Intravitreal introduction of lucentis and transscleral cyclophotocoagulation in the treatment of neovascular glaucoma in diabetes mellitus. Acta Biomedica Scientifica. 2016;1(6): 122–124. (In Russ.)] doi: 10.12737/23792
9. Tan AM, Chockalingam M, Aquino MC, Lim ZI, See JL, Chew PT. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. Clin Exp Ophthalmol. 2010;38(3): 266–272. doi: 10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x
10. Elwehidy AS, Bayoumi NHL, Badawi AE, Hagrah ShM. Intravitreal ranibizumab with panretinal photocoagulation followed by trabeculectomy versus viscotrabeculectomy in management of neovascular glaucoma. Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila). 2019;8(4): 308–313. doi: 10.1097/APO.0000000000000248.
11. Aquino MC, Barton K, Tan AM, Sng C, Li X, Loon SC, Chew PT. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. Clin Exp Ophthalmol. 2015;43(1): 40–46. doi: 10.1111/ceo.12360
12. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Старостина А.В., Елисеева М.А. Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция в лечении глаукомы. Российский офтальмологический журнал. 2020;13(2): 105–111. [Khodzhaev NS, Sidorova AV, Starostina AV, et al. Micropulse

transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. Russian Ophthalmological Journal. 2020;13(2): 105–111. (In Russ.)]. doi: 10.21516/2072-0076-2020-13-2-105-111

13. Иошин И.Э., Толчинская А.И., Максимов И.В., Ракова А.В. Микроимпульсная циклофотокоагуляция при лечении рефрактерной глаукомы. Опыт повторной процедуры. Российский офтальмологический журнал. 2022;15(3): 18–25. [Ioshin IE, Tolchinskaya AI, Maksimov IV, Rakova AV. Repeated micropulse cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. A clinical experience. Russian Ophthalmological Journal. 2022;15(3): 18–25. (In Russ.)] doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-18-25

14. Михайлов Н.О., Горбунова Н.Ю., Поздеева Н.А. Сравнение эффективности транссклеральной лазерной циклофотокоагуляции в непрерывном и микроимпульсном режимах в лечении терминальной глаукомы. Точка зрения. Восток–Запад. 2021;2: 49–51. [Mikhailov NO, Gorbunova NYu, Pozdeeva NA. Comparison of the effectiveness of transscleral laser cyclophotocoagulation in continuous and micro-pulse modes in the treatment of terminal glaucoma. Point of view. East–West. (In Russ.)] doi: 10.25276/2410-1257-2021-2-49-51

15. Krasnov M.M. Laseropuncture of anterior chamber angle in glaucoma. Am J Ophthalmol. 1973;75(4): 674–678. doi: 10.1016/0002-9394(73)90819-2

16. Краснов М.М., Акопян В.С., Ильина Т.С. Лазерное лечение первичной глаукомы. Вестник офтальмологии. 1982;98(5): 18–22. [Krasnov MM. Laser treatment of primary glaucoma. The Russian Annals of Ophthalmology. 1982;98(5): 18–22. (In Russ.)]

17. Краснов М.М., Наумиди Л.П., Федоров А.А. Морфологические исследования цилиарного тела при контактной транссклеральной лазерной циклокоагуляции на глазах человека и кролика. Вестник офтальмологии. 1988;104(5): 11–13. [Krasnov MM, Naumidi LP, Fyodorov AA. Morphological studies of the ciliary body during contact transscleral laser cyclocoagulation in human and rabbit eyes. The Russian Annals of Ophthalmology. 1988;104(5): 11–13. (In Russ.)]

18. Бойко Э.В., Куликов А.Н., Скворцов В.Ю. Оценка эффективности и безопасности применения диод-лазерной транссклеральной термотерапии цилиарного тела как способа лечения рефрактерной глаукомы. Вестник офтальмологии. 2014;130(5): 64–66. [Boiko EV, Kulikov AN, Skvortsov VYu. Evaluating the effectiveness and safety of diode laser transscleral thermotherapy of the ciliary body as a treatment for refractory glaucoma. The Russian Annals of Ophthalmology. 2014;130(5): 64–66. (In Russ.)]

19. Ndulue JK, Rahmatnejad K, Sanvicente C, Wizov ShS. Evolution of cyclophotocoagulation. J Ophthalmic Vis Res. 2018;13(1): 55–61. doi: 10.10403/jovr.jovr_190_17

20. Елисеева М.А., Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Старостина А.В. Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция в комбинированном хирургическом лечении рефрактерной глаукомы: предварительные результаты. Современные технологии в офтальмологии. 2019;4: 95–98. [Eliseeva MA, Khodzhaev NS, Sidorova AV, Starostina AV. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in combined surgical treatment of refractory glaucoma. Modern technologies in ophthalmology. 2019;4: 95–98. (In Russ.)] doi: 10.25276/2312-4911-2019-4-95-98

21. Souissi S, Baudouin C, Labbé A, Hamard P. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation using a standard protocol in patients with refractory glaucoma naive of cyclodestruction. Eur J Ophthalmol. 2021;31(1): 112–119. doi: 10.1177/1120672119877586

22. Tekeli O, Köse HC. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in primary open-angle glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma, and secondary glaucoma. Eur J Ophthalmol. 2021;31(3): 1113–1121. doi: 10.1177/1120672120914231

23. Li Z, Song Y, Chen X, Chen Z, Ding Q. Biological modulation of mouse RPE cells in response to subthreshold diode micropulse laser treatment. Cell Biochem Biophys. 2015;73(2): 545–552. doi: 10.1007/s12013-015-0675-8

24. Williams AL, Moster MR, Rahmatnejad K, Resende AF, Horan T, Reynolds M, Yung E, Abramowitz B, Kuchar S, Waisbourd M. Clinical efficacy and safety profile of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. J Glaucoma. 2018;27(5): 445–449. doi: 10.1097/IJG.0000000000000934

25. Sanchez FG, Lerner F, Sampaolesi J, Noecker R, Becerra N, Iribarren G, Grippo TM. Efficacy and safety of Micropulse® transscleral cyclophotocoagulation in glaucoma. Arch Soc Esp Oftalmol. 2018;93(12): 573–579. doi: 10.1016/j.oftal.2018.08.003

26. Старостина А.В., Сидорова А.В., Клепинина О.Б., Норман К.С., Смирнова Е.А., Халецкая А.А. Комбинированное лечение неоваскулярной посттромботической глаукомы (клиническое наблюдение). Национальный журнал Глаукома. 2021;20(3): 41–48. [Starostina AV, Sidorova AV, Klepinina OB, Norman KS, Smirnova EA, Khaletskaya AA. Combined treatment of post-thrombotic neovascular glaucoma (clinical

case study). National Journal glaucoma. 2021;20(3): 41–48. (In Russ.) doi: 10.53432/2078-4104-2021-20-3-41-48

27. Балалин С.В., Ефремова Т.Г., Потапова В.Н. Применение анти-VEGF препаратов и транссклеральной циклофотокоагуляции в лечении неоваскулярной глаукомы на фоне сахарного диабета. Практическая медицина. 2016;6(12–14). [Balanin SV, Efremova TG, Potapova VN. Application of anti-VEGF drugs and transscleral cyclophotocoagulation in the treatment of neovascular glaucoma with diabetes mellitus. Practical Medicine. 2016;(6):12–14. (In Russ.)]

Информация об авторах

Игорь Валерьевич Ширяев, врач-офтальмолог, garry83dm@gmail.com, <https://orcid.org/57196148556>

Сергей Викторович Сосновский, к.м.н., заместитель директора по лечебной работе, svsosnovsky@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8969-6240>

Марина Михайловна Правосудова, к.м.н., заведующая отделением лечебного контроля, mpravosudova52@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-8322-579X>

Ирина Евгеньевна Панова, д.м.н., профессор, eyeren@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7443-4555>

Information about the authors

Igor V. Shiryayev, Ophthalmologist, garry83dm@gmail.com, <https://orcid.org/57196148556>

Sergei V. Sosnovskii, PhD in Medicine, Deputy Director for Medical Work, svsosnovsky@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8969-6240>

Marina M. Pravosudova, PhD in Medicine, Head at Department of Treatment Control, mpravosudova52@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-8322-579X>

Irina E. Panova, Doctor of Sciences in Medicine, Professor, eyeren@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7443-4555>

Вклад авторов в работу:

И.В. Ширяев: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста.

С.В. Сосновский: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

М.М. Правосудова: сбор, анализ и обработка материала, редактирование.

И.Е. Панова: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

Authors' contribution:

I.V. Shiryayev: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, statistical data processing, writing.

S.V. Sosnovskii: significant contribution to the concept and design of the work, editing, final approval of the version to be published.

M.M. Pravosudova: collection, analysis and processing of material, editing.

I.E. Panova: significant contribution to the concept and design of the work, final approval of the version to be published.

Финансирование: Авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

Согласие пациента на публикацию: Письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.

Конфликт интересов: Отсутствует.

Funding: The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

Patient consent for publication: No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Поступила: 19.07.2023

Переработана: 14.08.2023

Принята к печати: 23.09.2023

Originally received: 19.07.2023

Final revision: 14.08.2023

Accepted: 23.09.2023